

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE
in its capacity as elected Office

Date of mailing: 15 March 2001 (15.03.01)	
International application No.: PCT/JP00/05798	Applicant's or agent's file reference: 00S0891P
International filing date: 28 August 2000 (28.08.00)	Priority date: 02 September 1999 (02.09.99)
Applicant: YAMASAKI, Tomomi et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:
22 December 2000 (22.12.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer: J. Zahra Telephone No.: (41-22) 338.83.38
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3T
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 00S0891P	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/05798	International filing date (day/month/year) 28 August 2000 (28.08.00)	Priority date (day/month/year) 02 September 1999 (02.09.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 21/3065, H01J 23/02, H05H 1/46, C23F 4/00, H01L 21/203, 21/205		
Applicant TOKYO ELECTRON LIMITED		

- This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
- This REPORT consists of a total of 3 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
 These annexes consist of a total of _____ sheets.

- This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 22 December 2000 (22.12.00)	Date of completion of this report 24 January 2001 (24.01.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/05798

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

- These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:
- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/05798

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Document 1: EP, 762471, A1 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 12 March, 1997 (12.03.97), Figs. 5A, 5B, 6A, 7A and 7B, & JP, 9-27277, A, & JP, 9-27278, A

Document 2: US, 6014943, A (Tokyo Electron Ltd.), 18 January, 2000 (18.01.00), Figs. 2, 12A, 12B and 13, & JP, 10-144662, A

Document 3: US, 5444207, A (Toshiba Corp.), 22 August, 1995 (22.08.95), Figs. 12, & JP, 6-53177, A

The subject matters of claims 1-12 appear to be novel since they are not described in any of the above documents cited in the ISR. None of the documents disclose, in particular, the constituent feature, "a magnetic field forming means for forming a magnetic field that (1) is perpendicular to an electric field direction and going in one direction in a processing space between a pair of electrodes and (2) has a magnetic field gradient (a) extending in the direction perpendicular to the magnetic field direction in a plane perpendicular to the electric field direction between the above electrodes and (b) being larger in magnetic field strength on the upstream side in the electron drift direction and smaller in magnetic field strength on the downstream side, in a region other than the upstream end portion in the electron drift direction, of the substrate to be processed, the magnetic field being locally high at the upstream end portion."

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特 許 協 力 条 約


P C T

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
〔PCT36条及びPCT規則70〕

出願人又は代理人 の書類記号 00S0891P	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/ IPEA/416）を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/05798	国際出願日 (日.月.年) 28.08.00	優先日 (日.月.年) 02.09.99
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. ⁷ H01L21/3065, H01J23/02, H05H1/46, C23F4/00, H01L21/203, H01L21/205		
出願人 (氏名又は名称) 東京エレクトロン株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条 (PCT36条) の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で <u>3</u> ページからなる。 <input type="checkbox"/> この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。 (PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照) この附属書類は、全部で <u> </u> ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。 I <input checked="" type="checkbox"/> 国際予備審査報告の基礎 II <input type="checkbox"/> 優先権 III <input type="checkbox"/> 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成 IV <input type="checkbox"/> 発明の単一性の欠如 V <input checked="" type="checkbox"/> PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明 VI <input type="checkbox"/> ある種の引用文献 VII <input type="checkbox"/> 国際出願の不備 VIII <input type="checkbox"/> 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 22.12.00	国際予備審査報告を作成した日 24.01.01	
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 藤 原 敬 士 	4R 8406
電話番号 03-3581-1101 内線 6365		

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

☐ 明細書 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 図面 第 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)

請求の範囲 1-12 有
請求の範囲 無

進歩性(IS)

請求の範囲 1-12 有
請求の範囲 無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲 1-12 有
請求の範囲 無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

文献1) EP, 762471, A1 (信越化学工業株式会社), 12. 3月. 1997 (12. 03. 97), 図5A, 図5B, 図6A, 図7A, 図7B & JP, 9-27277, A & JP, 9-27278, A

文献2) US, 6014943, A (東京エレクトロン株式会社), 18. 1月. 2000 (18. 01. 00), 図2, 図12A, 図12B, 図13 & JP, 10-144662, A

文献3) US, 5444207, A (株式会社東芝), 22. 8月. 1995 (22. 08. 95), 図12 & JP, 6-53177, A

請求の範囲1-12に係る発明は、国際調査報告に記載された上記の何れの文献にも開示されておらず、新規性を有する。特に、「1対の電極間の処理空間に、電界方向と直交しかつ一方向に向かう磁場を形成する磁場形成手段、この磁場は前記電極間の電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部以外で有し、この上流側端部では、磁場強度が局部的に高くなっている」点は、何れの文献にも開示されていない。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05798

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01L21/3065, H01J23/02, H05H1/46, C23F4/00, H01L21/203, H01L21/205

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/3065, H01J23/02, H05H1/46, C23F4/00, H01L21/203, H01L21/205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940-1997	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP, 762471, A1 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 12 March, 1997 (12.03.97), Fig. 5A, 5B, 6A, 7A, 7B & JP, 9-27277, A & JP, 9-27278, A	1-12
A	US, 6014943, A (Tokyo Electron Limited), 18 January, 2000 (18.01.00), Figs. 2, 12A, 12B, 13 & JP, 10-144662, A	1-12
A	US, 5444207, A (Toshiba Corporation), 22 August, 1995 (22.08.95), Fig. 12 & JP, 6-53177, A	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 November, 2000 (16.11.00)Date of mailing of the international search report
28 November, 2000 (28.11.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/05798

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H01L21/3065, H01J23/02, H05H1/46, C23F4/00, H01L21/203, H01L21/205

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H01L21/3065, H01J23/02, H05H1/46, C23F4/00, H01L21/203, H01L21/205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1997年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP, 762471, A1 (信越化学工業株式会社), 12. 3月. 1997 (12. 03. 97), 図5A, 図5B, 図6A, 図7A, 図7B&JP, 9-27277, A&JP, 9-27278, A	1-12
A	US, 6014943, A (東京エレクトロン株式会社), 18. 1月. 2000 (18. 01. 00), 図2, 図12A, 図12B, 図13&JP, 10-144662, A	1-12
A	US, 5444207, A (株式会社東芝), 22. 8月. 199	1-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 11. 00

国際調査報告の発送日

28.11.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JJP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤原 敬士

4R

8406

電話番号 03-3581-1101 内線 6365

C (続き). 関連すると認められる文献

P C T

国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)
[P C T 1 8 条、P C T 規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 0 0 S 0 8 9 1 P	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0) 及び下記 5 を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 0 0 / 0 5 7 9 8	国際出願日 (日.月.年) 2 8 . 0 8 . 0 0	優先日 (日.月.年) 0 2 . 0 9 . 9 9
出願人 (氏名又は名称) 東京エレクトロン株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (P C T 1 8 条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第47条 (P C T 規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、
第 2 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/3065, H01J23/02, H05H1/46, C23F4/00, H01L21/203, H01L21/205

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/3065, H01J23/02, H05H1/46, C23F4/00, H01L21/203, H01L21/205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1997年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP, 762471, A1 (信越化学工業株式会社), 12. 3月. 1997 (12. 03. 97), 図5A, 図5B, 図6A, 図7A, 図7B & JP, 9-27277, A & JP, 9-27278, A	1-12
A	US, 6014943, A (東京エレクトロン株式会社), 18. 1月. 2000 (18. 01. 00), 図2, 図12A, 図12B, 図13 & JP, 10-144662, A	1-12
A	US, 5444207, A (株式会社東芝), 22. 8月. 199	1-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 11. 00

国際調査報告の発送日

28.11.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤原 敬士



4R

8406

電話番号 03-3581-1101 内線 6365

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	5 (22. 08. 95) , 図12 & JP, 6-53177, A	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年3月15日 (15.03.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/18858 A1

(51) 国際特許分類: H01L 21/3065, H01J 23/02, H05H 1/46, C23F 4/00, H01L 21/203, 21/205

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/05798

(22) 国際出願日: 2000年8月28日 (28.08.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願平11/248693 1999年9月2日 (02.09.1999) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo (JP). 信越化学工業株式会社 (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-0004 東京都千代田区大手町二丁目6番1号 Tokyo (JP).

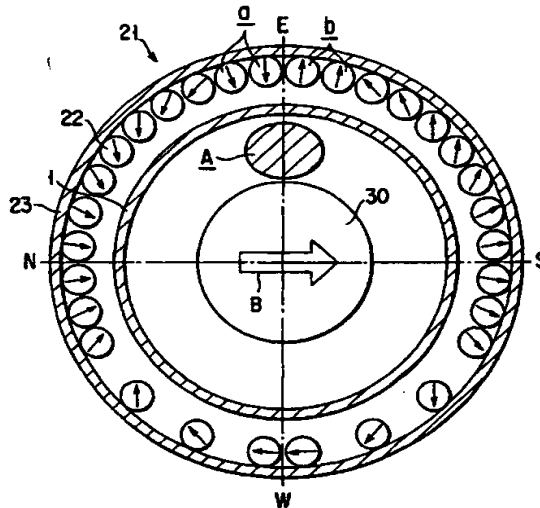
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山崎智美 (YAMASAKI, Tomomi) [JP/JP]; 〒670-0057 兵庫県姫路市北今宿2丁目5番の5-301号 Hyogo (JP). 木村英利 (KIMURA, Hidetoshi) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン株式会社技術開発センター内 Yamanashi (JP). 小野博夫 (ONO, Hiroo) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン山梨株式会社内 Yamanashi (JP). 荒見淳一 (ARAMI, Junichi) [US/JP]; 85233 アリゾナ州 ギルバート、ウエスト・グアダループ・ロード2120 トーキョー・エレクトロン・アリゾナ・インコーポレーテッド内 Arizona (US). 奥石 公 (KOSHIISHI, Akira) [JP/JP]; 〒407-8511 山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1 東京エレクトロン山梨株式会社内 Yamanashi (JP). 宮田浩二 (MIYATA, Koji) [JP/JP]; 〒915-0802 福井県武生市北府2丁目1番5号 信越化学工業株式会社 磁性材料研究所内 Fukui (JP).

/続葉有/

(54) Title: MAGNETRON PLASMA PROCESSING APPARATUS

(54) 発明の名称: マグネトロンプラズマ処理装置



(57) Abstract: For magnetron plasma processing of a wafer (30), a dipole ring magnet (21) constituted of a large number of anisotropic segment magnets (22) arranged in a ring around the peripheral wall of a chamber (1), a gradient magnetic field where the strength of the magnetic field decreases from the E electrode side toward the W electrode side in the direction perpendicular to the direction B of the magnetic field in a plane perpendicular to the direction of the electric field between a pair of parallel electrodes spaced from each other is produced, the anisotropic segment magnets are divided into parts including a first part (a) that includes anisotropic segment magnets the N poles of which are directed to a region (A) outside the edge on the E electrode side of a wafer to be processed and a second part (b) that includes anisotropic segment magnets the S poles of which are directed to the region (A), and the strength of the magnetic field in the first and second regions is locally increased by the first and second parts.

/続葉有/

WO 01/18858 A1



(74) 代理人: 鈴江武彦, 外(SUZUYE, Takehiko et al.); 〒100-0013 東京都千代田区霞が関3丁目7番2号 鈴榮内
外国特許法律事務所内 Tokyo (JP).

添付公開書類:
— 国際調査報告

(81) 指定国 (国内): KR, US.

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB, IT).

(57) 要約:

基板 30 にマグネトロンプラズマ処理をするのに際して、多数の異方性セグメント磁石 22 をチャンバー 1 の周壁の周囲にリング状に配置してなるダイポールリング磁石 21 を設け、互いに離間した 1 対の平行電極間の電界方向に直交する平面内において、磁場方向 B に直交する方向に沿って、E 極側から W 極側へ向かって磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成し、前記複数の異方性セグメント磁石は、被処理基板の E 極側端部の外側に位置する領域 A の近傍にこの領域に N 極を向けて配置された異方性セグメント磁石からなる第 1 部分 a と、前記領域に S 極を向けて配置された異方性セグメント磁石からなる第 2 部分 b とを含み、これら第 1 部分および第 2 部分により前記第 1 および第 2 の領域の磁場強度を局部的に高くしている。

明 細 書

マグネトロンプラズマ処理装置

技術分野

本発明は、半導体ウェハ等の被処理基板に対してマグネトロンプラズマによる処理を行うマグネトロンプラズマ処理装置に関する。

背景技術

近年、比較的低压雰囲気にて高密度のプラズマを生成して微細加工のエッチングを行うマグネトロンプラズマエッチング装置が実用化されている。この装置は、永久磁石をチャンバーの上方に配置し、永久磁石から漏洩した磁場を半導体ウェハに対して水平に印加するとともに、これに直交する高周波電界を印加して、その際に生じる電子のドリフト運動を利用して極めて高効率でエッチングするものである。

このようなマグネトロンプラズマにおいては、電子のドリフト運動に寄与するのは電界に垂直な磁場、すなわち半導体ウェハに対して水平な磁場であるが、上記装置では必ずしも均一な水平磁場が形成されていないことから、プラズマの均一性が十分ではなく、エッチング速度の不均一や、チャージアップダメージ等が生じるという問題がある。

このような問題を回避するために、チャンバー内の処理空間において半導体ウェハに対して一様な水平磁場を形成する

2

ことが要望されており、そのような磁場を発生することができ磁石としてダイポールリング磁石が知られている。図 9 に示すように、このダイポールリング磁石 102 は、チャンバー 101 の外側に複数の異方性セグメント柱状磁石 103 をリング状に配置したものであり、これら複数の異方性セグメント柱状磁石 103 の磁化の方向を少しずつずらして全体として一様な水平磁場 B を形成するものである。なお、図 9 は装置を上から見た図（平面図）であり、磁場方向の基端側を N、先端側を S、これらから 90° の位置を E および W で示している。また、図 9 において、参照符号 100 は半導体ウエハである。

しかしながら、このようにダイポールリング磁石によって形成される水平磁場は、図 9 において N から S の一方向のみを向いている水平磁場であるため、このままでは電子はドリフト運動を行って一方向に進み、プラズマ密度の不均一を生じる。すなわち、電子は、電界と磁界との外積方向、つまり電界が上から下に向かって形成されている場合には、E 極側から W 極側に向かってドリフト運動を行って進むため、E 極側ではプラズマ密度が低く、W 極側でプラズマ密度が高いという不均一が生じる。

このため、ダイポールリング磁石をその周方向に沿って回転させて回転磁界を形成し、電子のドリフト運動の向きを変化させることが行われているが、実際にはそれだけでは広範囲にプラズマ密度を均一にすることはできない。

そこで、電子のドリフト方向、即ち、図 9 の E 極側から W

極側に向かう方向に磁場勾配を形成し、電子のドリフト運動に伴うプラズマの不均一を解消する技術が提案されている（特開平9-27278号公報）。この技術では図10に示すように、W極側の異方性セグメント柱状磁石をE極側の異方性セグメント柱状磁石に比べて少なくしてE極側からW極側に向かう方向に磁場強度が強くなる勾配を形成するものである。

近年、益々デバイスの微細化が要求されるようになっており、プラズマエッチング処理ではより低圧下での処理が要求されている。低圧下において効率的なプラズマ処理を行うためにはプラズマ密度をより上昇させることが必要となり、マグネトロンプラズマ処理においては、そのために、磁場強度を上昇させることが考えられる。

しかしながら、酸化膜等の絶縁膜をエッチングする場合等には、チャージアップダメージを回避するためにウエハが存在している部分の磁場強度は200 Gauss程度が限度である。このため、上述の技術により磁場勾配を形成してプラズマの均一性を達成することができたとしても、プラズマ密度を十分に高めることができず、エッチングレートが不十分となるおそれがある。ウエハのE極側端部外側部分に局部的に磁場の強い領域が形成することができれば、ウエハにダメージを与えずにプラズマ密度を上昇させることができると考えられるが、従来は局部的に強磁場部分を形成することが困難であった。

発明の開示

本発明の目的は、被処理体の処理空間の所望の位置に局部的に強磁場強度部分を形成して、処理空間のプラズマ密度を高くすることができるマグネトロンプラズマ処理装置を提供することである。

本発明の第1の態様に係るマグネトロンプラズマ処理装置に係れば、減圧に保持可能な外周壁を有するチャンバーと、

チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、

このチャンバー内に互いに対向して設けられ、間に処理空間を規定した1対の電極と、

これら1対の電極に電圧を印加して、処理空間に電界を形成させる電界形成手段と、

前記処理空間に、電界方向と直交しかつ一方向に向かう磁場を形成する磁場形成手段とを具備し、前記処理空間に、電極に対して平行に被処理基板が配置された状態で該基板にマグネトロンプラズマ処理を施し、

前記磁場形成手段は、前記電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成するように前記チャンバーの外周壁の周囲にリング状に配置された複数の第1の異方性セグメント磁石を備えたダイポールリング磁石と、

被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に位置する所定領域の近傍にその所定領域にN極を向けて配置された

少なくとも 1 つの第 2 の異方性セグメント磁石と、

前記所定領域の近傍にその所定領域に S 極を向けて配置された少なくとも 1 つの第 3 の異方性セグメント磁石とを有し、

これら第 2 並びに第 3 の異方性セグメント磁石は、前記所定領域の磁場を前記第 1 の異方性セグメントにより形成される磁場よりも局部的に高くしている。

また、本発明の第 2 の態様のマグネトロンプラズマ処理装置に係われば、

外周壁を有し、減圧に保持可能なチャンバーと、

チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、

このチャンバー内に互いに対向して設けられ、間に処理空間を規定した 1 対の電極と、

これら 1 対の電極に電圧を印加して処理空間に電界を形成させる電界形成手段と、

前記 1 対の電極間の処理空間に、電界方向と直交しかつ一方方向に向かう磁場を形成する磁場形成手段と

を具備し、前記処理空間に、電極に対して平行に被処理基板が配置された状態で該基板にマグネトロンプラズマ処理を施し、

前記磁場形成手段は、前記チャンバーの外周壁の周囲にリング状に配置された多数の異方性セグメント磁石を備えたダイポールリング磁石を有し、前記電極間の電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成し、

前記複数の異方性セグメント磁石は、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に位置する第1の領域の近傍にその第1の領域にN極を向けて配置された少なくとも1つの異方性セグメント磁石からなる第1部分と、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に前記第1の領域とは離隔して位置する第2の領域の近傍にその第2の領域にS極を向けて配置された少なくとも1つの異方性セグメント磁石からなる第2部分とを含み、これら第1部分および第2部分により前記第1および第2の領域の磁場強度を局部的に高くしている。

上記構成によれば、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側部分に位置する所定領域において局部的に強磁場部分を形成することができ、処理空間のプラズマ密度を高くすることができる。

好ましくは、異方性セグメント磁石は、電子ドリフト方向上流側のもの相互の間隔が下流側のもの相互の間隔よりも狭くなっている。

また、前記異方性セグメント磁石は、被処理基板に対向する磁界の部分が最大200 Gaussの磁場を、好ましくは、100ないし200 Gaussの磁場を形成し、また、前記所定領域に200 Gauss以上、好ましくは、200ないし400 Gaussの磁場を形成していることが好ましい。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施形態に係るマグネトロンプラズ

マエッチング装置を示す断面図である。

図 2 は、図 1 の装置のチャンバーの周囲に配置された状態のダイポールリング磁石の水平断面図である。

図 3 は、図 1 のマグネトロンプラズマエッチング装置におけるダイポールリング磁石とチャンバー内部の状態を模式的に示す図である。

図 4 は、本発明の一実施形態に係るマグネトロンプラズマエッチング装置におけるフォーカスリングで発生した電子のドリフト状態を示す模式図である。

図 5 は、図 2 のダイポールリング磁石で形成された磁場の磁場強度分布を示す図である。

図 6 は、従来のダイポールリング磁石で形成された磁場の磁場強度分布を示す図である。

図 7 は、本発明および従来のマグネトロンプラズマエッチング装置の処理空間の E - W 断面における磁場強度勾配を示すグラフ。

図 8 は、本発明の他の実施形態に係るマグネトロンプラズマエッチング装置のチャンバー周囲に配置されたダイポールリング磁石の水平断面図である。

図 9 は、従来のダイポールリング磁石を示す模式図である。

図 10 は、従来のダイポールリング磁石を示す模式図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態に係るマグネトロンプラズマエッチング装置を示す断面図である。このエッチング装置は、気密に構成され、小径の上部 1 a と大径の下部 1 b とからなる段つき円筒状をなし、壁部が例えばアルミニウムのような導体で形成されたチャンバー 1 を有している。このチャンバー 1 内には、被処理体である半導体ウエハ 3 0 を上に水平に支持する支持テーブル 2 が設けられている。この支持テーブル 2 は、例えば、アルミニウムの円形板により構成されており、絶縁板 3 を介して導体の支持台 4 に支持されている。支持テーブル 2 の上面の外周には導電性材料、例えば単結晶シリコンで形成された導電性フォーカスリング 5 が設けられている。上記支持テーブル 2 と支持台 4 とは、少なくとも 1 つの（この実施の形態では 2 つの）ボールねじ 7 と、これらねじを回転させるモータ（図示せず）とを有する既知のボールねじ機構によりチャバー 1 に対して、矢印で示す方向に昇降可能となっている。支持台 4 の下方の駆動部分は、支持台 4 とチャンバー 1 の底壁との間に設けられた、ステンレス綱（SUS）製のベローズ 8 で覆われている。ベローズ 8 の外側には、互いに摺動可能な 1 対の筒体からなるベローズカバー 9 が設けられている。

支持テーブル 2 には、マッチングボックス、即ち、回路 1 1 を介して R F 電源 1 0 が接続されている。R F 電源 1 0 からは例えば 1 3 . 5 6 M H z の高周波電力が支持テーブル 2

に供給されるようになっている。支持テーブル 2 に対向してその上方には、チャンバー 1 の小径部の上部を構成する、後述するシャワーヘッド 1 6 が、支持テーブルに対して平行に設けられており、このシャワーヘッド 1 6 は、接地されている。したがって、このシャワーヘッド 1 6 と、支持テーブル 2 とは、1 対の平行電極として機能する。

支持テーブル 2 の表面上には、前記直径が 3 0 0 m m の半導体ウェハ 3 0 を静電吸着するための静電チャック 6 が、フォーカスリング 5 により囲まれるようにして、設けられている。この静電チャック 6 は、1 対の絶縁体 6 b の間に電極 6 a が介在されて構成されており、電極 6 a には直流電源 1 2 が接続されている。電極 6 a に電源 1 2 から電圧が印加されることにより、クーロン力によって半導体ウェハ 3 0 が、静電チャック上に吸着され得る。

支持テーブル 2 の内部には、図示しない冷媒流路が形成されており、その中に適宜の冷媒を循環させることによって、半導体ウェハ 3 0 を所定の温度に制御可能となっている。また、フォーカスリング 5 の外側にはバッフル板 1 3 が設けられている。バッフル板 1 3 は、支持台 4、ベローズ 8 を通してチャンバー 1 と電氣的に導通している。

前記シャワーヘッド 1 6 は、多数のガス吐出孔 1 8 が形成された下板 1 6 a を有する。この下板 1 6 a の上方に位置するチャンバー 1 の上壁の中央には、ガス導入部 1 6 b が形成されている。シャワーヘッド内部、即ち、下板 1 6 a と上壁との間には空間 1 7 が形成されている。ガス導入部 1 6 b に

はガス供給配管 15 a の一端が接続されており、このガス供給配管 15 a の他端には、エッチング用の反応ガスおよび希釈ガスからなる処理ガスを供給する処理ガス供給系 15 が接続されている。反応ガスとしては、ハロゲン系のガス、希釈ガスとしては、Ar ガス、He ガス等、通常この分野で用いられるガスを用いることができる。

このような処理ガスが、処理ガス供給系 15 から、ガス供給配管 15 a、ガス導入部 16 b を介して、シャワーヘッド 16 の空間 17 に至り、ガス吐出孔 18 から吐出され、半導体ウエハ 30 に形成されている膜がエッチングされる。

処理室 1 の下部 1 b の側壁には、排気ポート 19 が形成されており、この排気ポート 19 には排気系 20 が接続されている。排気系 20 に設けられた真空ポンプを作動させることによりチャンバー 1 内を所定の真空度まで減圧することができる。処理室 1 の下部 1 b の側壁上側には、半導体ウエハ 30 の搬入出口を開閉するゲートバルブ 24 が設けられている。

チャンバー 1 の上部 1 a の周囲には、同心状に、ダイポールリング磁石 21 が配置されており、支持テーブル 2 とシャワーヘッド 16 との間の処理空間に水平磁界を発生させるようになっている。このダイポールリング磁石 21 は、図示しないモータ等の回転手段により、上部 1 a の中心軸を中心として回転可能となっている。

このように構成されるマグネトロンプラズマエッチング装置においては、まず、ゲートバルブ 24 を開にして半導体ウエハ 30 がチャンバー 1 内に搬入され、支持テーブル 2 に載

置される。このとき、直流電源 11 から静電チャック 6 の電極 6 a に所定の電圧が印加され、半導体ウエハ 30 はクーロン力により静電チャックの上に吸着される。この後、支持テーブル 2 が図示の位置まで上昇され、排気系 20 の真空ポンプにより排気ポート 19 を介してチャンバー 1 内が排気される。

チャンバー 1 内が所定の真空度になった後、チャンバー 1 内には処理ガス供給系 15 から所定の処理ガスが導入され、チャンバー 1 内が所定の圧力、例えば 50 m T o r r に保持され、この状態で R F 電源 10 から支持テーブル 2 に、周波数が例えば 13.56 M H z 、パワーが例えば 1000 ~ 5000 W の高周波電力が供給される。

この場合に、上述のようにして下部電極である支持テーブル 2 に高周波電力が印加されることにより、上部電極であるシャワーヘッド 16 と下部電極である支持テーブル 2 との間の処理空間には垂直電界が形成される。処理室 1 の上部 1 a にはダイポールリング磁石 21 により水平磁界が形成されているから、処理空間には電子のドリフトによりマグネトロン放電が生じ、それによって形成された処理ガスのプラズマにより、半導体ウエハ 30 上に形成された所定の膜がエッチング処理される。

次に、ダイポールリング磁石について説明する。

図 2 はチャンバー 1 の周囲に配置された状態のダイポールリング磁石の横断面図である。

この図に示すように、ダイポールリング磁石 21 は、径方

向が着磁方向である円柱磁石で形成された多数の異方性セグメント磁石 22 がリング状の磁性体のケーシング 23 に取り付けられて構成されている。この例では、30 個の異方性セグメント磁石 22 がリング状に配置されている。しかし、異方性セグメント磁石の数はこの例に限定されるものではなく、その断面形状もこの例のように円に限らず、正方形、長方形、台形等、任意の形状を採用することができる。異方性セグメント磁石 22 を構成する磁石材料も特に限定されるものではなく、例えば、希土類系磁石、フェライト系磁石、アルニコ磁石等、公知の磁石材料を適用することができる。このようなダイポールリング磁石の構成並びにこの廻転機構は、ここでは参照として記載されている米国特許 No. 6, 014, 943 に一例が開示されている。

ダイポールリング磁石 21 は、は従来と同様に、複数の異方性セグメント磁石 22 の磁化の方向を少しずつずらして、図 2 に示すように全体として一方向に向かう水平磁場 B を形成する第 1 のグループの第 1 の異方性セグメント磁石を有する。図 2 において、磁場方向の基端側を N 極側、先端側を S 極側、これらから 90° ずれた方向の位置を E 極および W 極で示している。

図 3 に示すように、処理空間には、垂直電界 E_L と、ほぼ N 極側から S 極側に向かう水平磁場 B とが形成されているため、プラズマにより発生した電子は、E 極側から W 極側に向かってドリフト運動を行って進む。このため、このままでは W 側の電子密度が高くなって、プラズマ密度の不均一を生じ

る。プラズマ密度は磁場強度が高くなるほど上昇するので、E極側の磁場強度が高く、W極側の磁場強度が低くなるような磁場強度の勾配を形成することにより上記問題を解決することができる。

従来は、そのためにW極側の部分の異方性セグメント磁石をE極側よりも少なくなるように間引くとともに、E極側の異方性セグメント磁石の磁気強度を高くして、処理空間のE極側端部の磁場強度が最も強く、かつドリフト電子がW極側で拡散するような磁力線が形成されるように磁石を設計している。

半導体ウエハ30上の絶縁膜（酸化膜、窒化膜等）をエッチングする場合は、チャージアップダメージが懸念されることから、半導体ウエハ30上では最も磁場強度が強いE極側端部でも200 Gauss以下にする必要があり、従来の磁場勾配では、ウエハのE極側端部外側の磁場強度が十分とはいえず、プラズマの生成量が少なくなつてエッチングレートが不十分になるおそれがある。つまり、近年のデバイスの微細化に従って、プラズマエッチング処理では、より低圧下での処理が要求されており、低圧下において効率的なプラズマ処理を行うためにはプラズマ密度をより上昇させることが必要であるが、従来の磁場勾配では十分なプラズマの生成量を得ることができない。

このような問題を解決するため、上記ダイポールリング磁石21では、図2に示すように、W極側の部分の異方性セグメント磁石を間引いてW極側の磁場強度を低下させるととも

に、図 2 の符号 a、b で示した領域 A の近傍の部分の異方性セグメント磁石（第 2 並びに第 3 の異方性セグメント磁石）の磁極を領域 A に向けている。具体的には符号 a の部分の異方性セグメント磁石では N 極を、符号 b の部分の異方性セグメント磁石では S 極を領域 A に向けている。このようにして異方性セグメント磁石の N 極および S 極を領域 A に向けることにより、領域 A の磁場を局部的に強くすることができる。そして、このように半導体ウエハ 30 の E 極側端部の外側領域の磁場強度が高くなることにより、その領域でのプラズマ生成量を上昇させることができ、プラズマ密度を高めることができる。

即ち、半導体ウエハ 30 の E 極側の外側の領域の磁場強度を上昇させる、好ましくは 200 Gauss 以上にするにより、図 4 に示すように、半導体ウエハ 30 の E 側外側のフォーカスリング 5 の表面において電子の生成量が増加するため、ドリフトによって W 側へ供給される電子の量も増加し、結果的にプラズマ密度が上昇する。

本発明に従って図 2 に示すように a、b で示した部分の異方性セグメント磁石の磁極を領域 A に向けた場合の磁場強度分布と、磁極の向きを変えない従来の場合の磁場強度とを、それぞれ図 5 および図 6 に示す。なお、これらの図の等磁場強度線は 10 Gauss 間隔である。これらの図を比較すると、図 5 では、領域 A に相当する部分（中心上部）の等磁場強度線の間隔が密であり、磁場強度の勾配が急でその部分の磁場強度が高くなっているのに対し、図 6 では領域 A に相当

する部分の等磁場強度線の間隔があまり密ではなく、磁場強度の勾配が緩やかでその部分の磁場強度はあまり高くなっていないことがわかる。実際に E - W 断面での磁場強度勾配は図 7 に示すようになっており、本発明では半導体ウエハ 30 の E 側端部の外側領域において、磁場強度の勾配が急峻であり、従来よりも著しく高い磁場強度が得られていることが確認される。

以上のような磁場強度の強い部分を、半導体ウエハ 30 の E 極側外側の広い領域に亘って形成し、半導体ウエハ 30 の E 極側端部およびその外側部分に沿った広い領域に亘って等磁場強度となるようにすることが好ましい。これにより、半導体ウエハ 30 の端部領域近傍の広い範囲で電子が一斉にドリフトを開始するため、プラズマ密度を上昇させやすい。

このような観点からは、図 8 に示すように、半導体ウエハ 30 の E 側端部外側で E - W ラインの両側の領域 C、D の磁場を強くすることも有効である。この場合には、この図に示すように、領域 C、D 近傍の符号 c、d の部分の夫々のすくなくとも 1 つ（この例では各 3 つ）の異方性セグメント磁石の磁極をそれぞれ領域 C、D に向けることにより、所望の磁場強度分布を得ることができる。具体的には符号 c の部分の 3 つの異方性セグメント磁石の N 極を領域 C に向け、符号 d の部分の 3 つの異方性セグメント磁石の S 極を領域 D に向ける。このようにして異方性セグメント磁石の N 極および S 極をそれぞれ領域 C および D に向けることにより、これらの領域において、ダイポールリング磁石によって形成された磁場

のうち、領域 C、D の磁場を局部的に強くすることができる。

本発明は上記実施の形態に限定されることなく種々変更可能である。例えば、上記実施の形態では被処理基板として酸化膜が形成された半導体ウエハの場合について示したが、これに限るものではなく、例えば LCD 用、絶縁膜が形成されたガラス基板等他の被処理基板でも良い。また、上記実施の形態では、本発明をマグネトロンプラズマエッチング装置に適用した例について示したが、これに限らず他のプラズマ処理にも適用することができる。W 極側の磁場強度を E 極側に比べて低下させる技術は、上述したように両極側の異方性セグメント磁石の数を変えることに限定されるものではなく、例えば、異方性セグメント磁石の数を同じにして、その磁石強度を相違させる等、他の手段も使用され得ることは理解できよう。さらに、所定領域の磁場を局部的に高くするために、配置される異方性セグメント磁石の数は、少なくとも 1 つあれば良く、任意に選定され得る。また、この異方性セグメント磁石は、必ずしも他の異方性セグメント磁石と同じ形状、特性である必要はなく、また、同一サークル上に位置されていなくても良い。

上部電極は、シャワーヘッドにより構成したが、単なる板状の電極とし、処理ガスを導入するポートを別の所、例えば、チャンバー周壁に設けて、処理ガスを直接処理空間に供給するようにしても良い。このような場合には、被処理基板は、上部電極に支持されるように配置され得る。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によれば、磁場形成手段は、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側部分に位置する所定領域において局部的に強磁場部分を形成することができ、処理空間のプラズマ密度を高くすることができる。この結果、本発明の装置が、例えば、エッチング装置として使用された場合には、低圧力のもとで、均一なエッチングが可能となり、微細化が要求されるデバイスでのエッチング処理に適する。

請 求 の 範 囲

1. 減圧に保持可能な外周壁を有するチャンバーと、
このチャンバー内に互いに対向して設けられ、間に処理空間を規定した1対の電極と、

チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、
これら1対の電極に電圧を印加して、処理空間に電界を形成させる電界形成手段と、

前記処理空間に、電界方向と直交しかつ一方向に向かう磁場を形成する磁場形成手段と

を具備し、前記処理空間に、電極に対して平行に被処理基板が配置された状態で該基板にマグネトロンプラズマ処理を施す、マグネトロンプラズマ処理装置であって、

前記磁場形成手段は、前記電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成するように前記チャンバーの外周壁の周囲にリング状に配置された複数の第1の異方性セグメント磁石を備えたダイポールリング磁石と、

被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に位置する所定領域の近傍にその所定領域にN極を向けて配置された少なくとも1つの第2の異方性セグメント磁石と、

前記所定領域の近傍にその所定領域にS極を向けて配置された少なくとも1つの第3の異方性セグメント磁石とを有し、

これら第2並びに第3の異方性セグメント磁石は、前記所定領域の磁場を前記第1の異方性セグメント磁石により形

成される磁場よりも局部的に高くしている。

2. 前記第2の異方性セグメント磁石と、第3の異方性セグメント磁石とは、前記第1の異方性セグメント磁石と共にリング状に配設されている請求項1に記載のマグネトロンプラズマ処理装置。

3. 前記第2の異方性セグメント磁石と第3の異方性セグメント磁石とは連続して配置されている請求項2に記載のマグネトロンプラズマ処理装置。

4. 前記第1ないし第3の異方性セグメント磁石は、一方向に着磁された同じ強さの円柱磁石であり、第1の異方性セグメント磁石は、少しずつ着磁方向がずれるようにして配置されている請求項3に記載のマグネトロンプラズマ処理装置。

5. 前記第1の異方性セグメント磁石は、電子ドリフト方向上流側のもの相互の間隔が下流側のもの相互の間隔よりも狭くなっている請求項4に記載のマグネトロンプラズマ処理装置。

6. 前記第1の異方性セグメント磁石は、被処理基板に対向する磁界の部分が最大200 Gaussの磁場を形成し、また、前記第1ないし第3の異方性セグメント磁石は、前記所定領域に200 Gauss以上の磁場を形成している請求項1に記載のマグネトロンプラズマ処理装置。

7. 外周壁を有し、減圧に保持可能なチャンバーと、チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、このチャンバー内に互いに対向して設けられ、間に処理空

間を規定した 1 対の電極と、

これら 1 対の電極に電圧を印加して処理空間に電界を形成させる電界形成手段と、

前記 1 対の電極間の処理空間に、電界方向と直交しかつ一方向に向かう磁場を形成する磁場形成手段と

を具備し、前記処理空間に、電極に対して平行に被処理基板が配置された状態で該基板にマグネトロンプラズマ処理を施すマグネトロンプラズマ処理装置であって、

前記磁場形成手段は、前記チャンバーの外周壁の周囲にリング状に配置された多数の異方性セグメント磁石を備えたダイポールリング磁石を有し、前記電極間の電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成し、

前記複数の異方性セグメント磁石は、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に位置する第 1 の領域の近傍にその第 1 の領域に N 極を向けて配置された少なくとも 1 つの異方性セグメント磁石からなる第 1 部分と、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に前記第 1 の領域とは離隔して位置する第 2 の領域の近傍にその第 2 の領域に S 極を向けて配置された少なくとも 1 つの異方性セグメント磁石からなる第 2 部分とを含み、これら第 1 部分および第 2 部分により前記第 1 および第 2 の領域の磁場強度を局部的に高くしている、マグネトロンプラズマ処理装置。

8. 前記第 1 部分と前記第 2 部分との間には、他の少

なくとも 1 つの異方性セグメント磁石が配置されている請求項 7 に記載のマグネトロンプラズマ処理装置。

9. 前記異方性セグメント磁石は、一方向に着磁された同じ強さの円柱磁石であり、第 1 並びに第 2 の部分以外の異方性セグメント磁石は、少しずつ着磁方向がずれるようにして配置されている請求項 8 に記載のマグネトロンプラズマ処理装置。

10. 前記第 1 の異方性セグメント磁石は、電子ドリフト方向上流側のもの相互の間隔が下流側のもの相互の間隔よりも狭くなっている請求項 9 に記載のマグネトロンプラズマ処理装置。

11. 前記異方性セグメント磁石は、被処理基板に対向する磁界の部分が最大 200 Gauss の磁場を形成し、また、前記所定領域に 200 Gauss 以上の磁場を形成している請求項 7 に記載のマグネトロンプラズマ処理装置。

12. 処理ガスが供給されるチャンバーと、

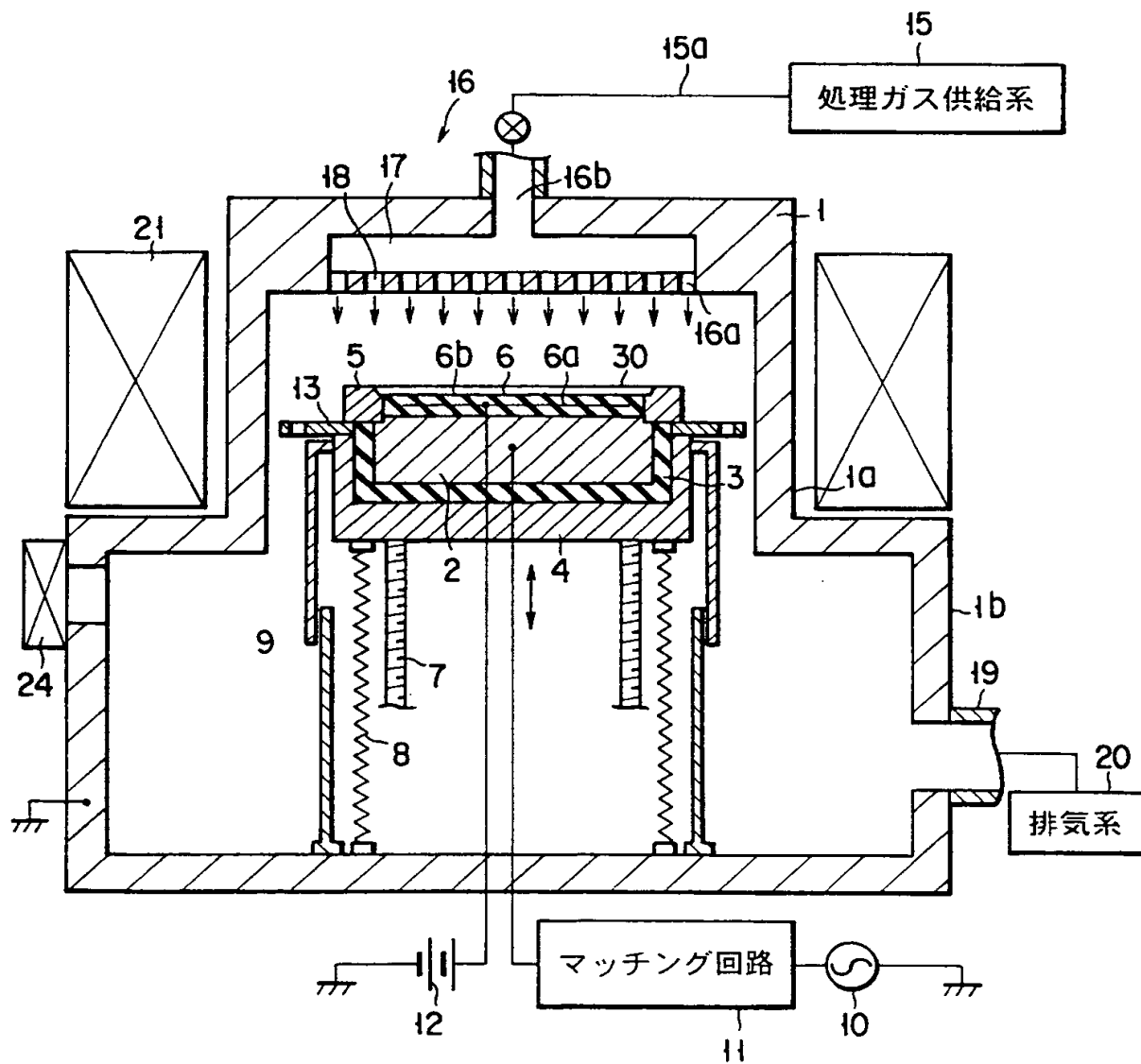
このチャンバー内に互いに対向して設けられ、間に処理空間を規定した 1 対の電極と、

これら 1 対の電極に電圧を印加して処理空間に電界を形成させる電界形成手段と、

前記 1 対の電極間の処理空間に、電界方向と直交しかつ一方向に向かう磁場を形成する磁場形成手段、この磁場は前記電極間の電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を、被処理基

板の電子ドリフト方向上流側端部以外で有し、この上流側端部では、磁場強度が局部的に高くなっている、とを具備し、前記処理空間に、電極に対して平行に被処理基板が配置された状態で該基板にマグネトロンプラズマ処理を施すマグネトロンプラズマ処理装置。

1/5



THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/5

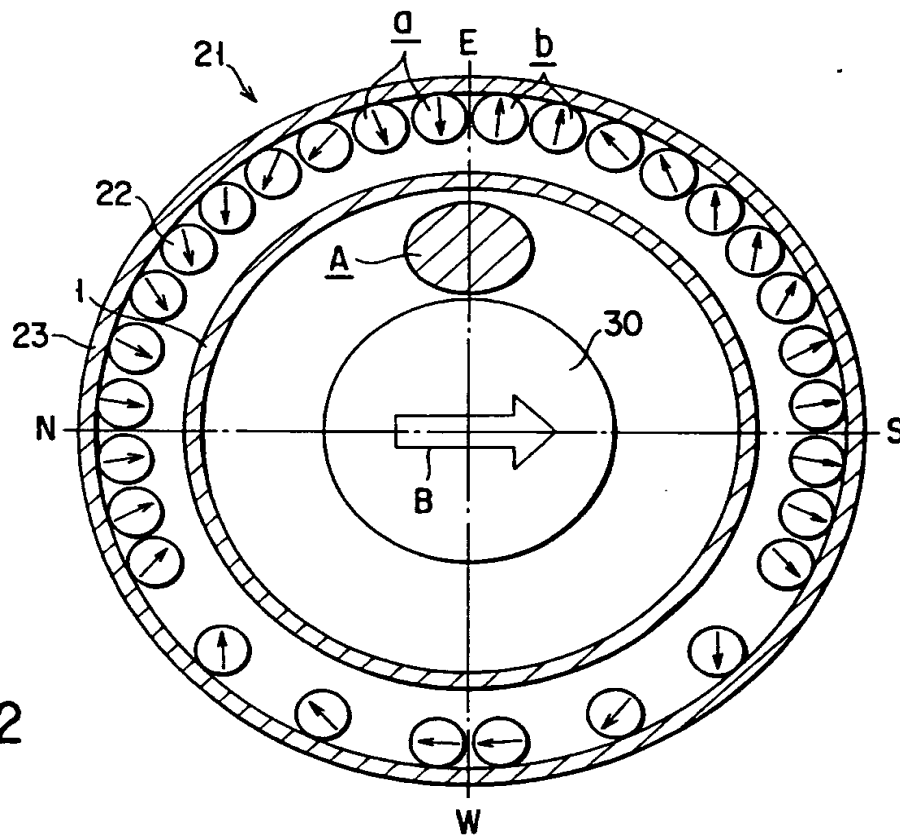


FIG. 2

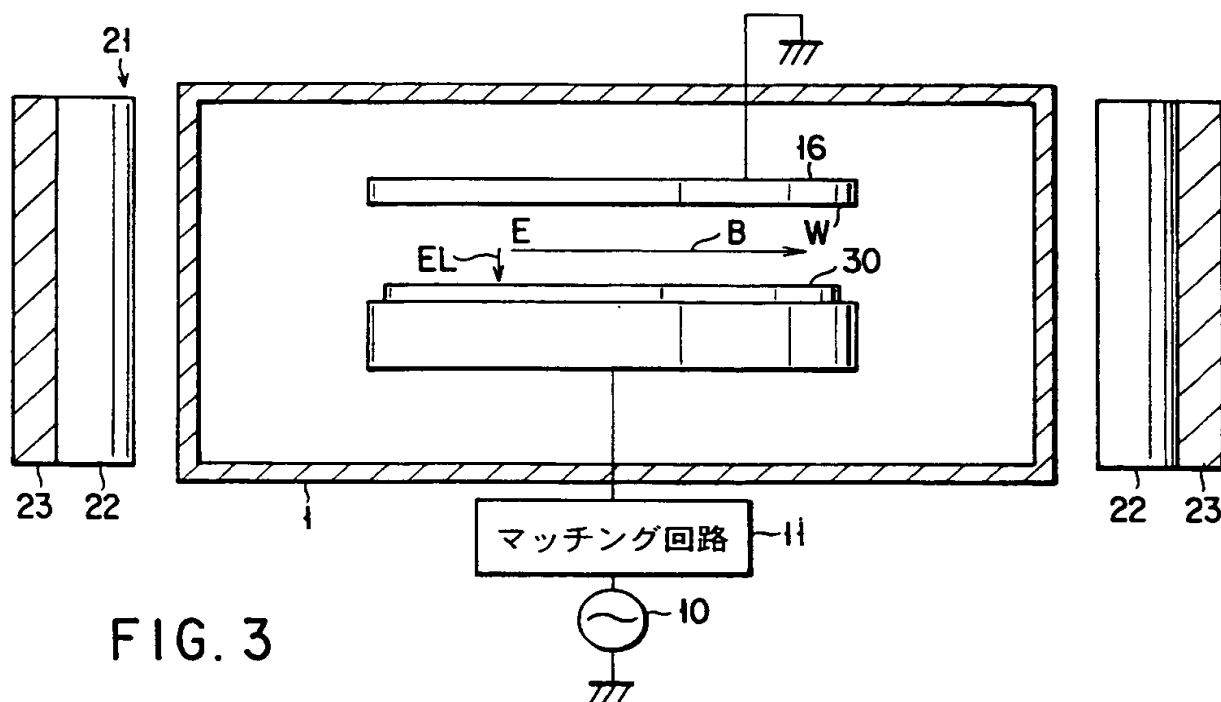


FIG. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/5

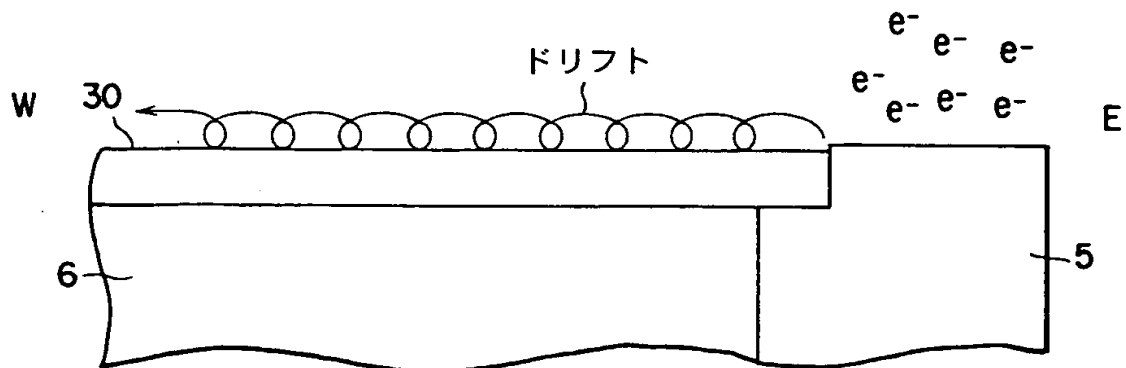


FIG. 4

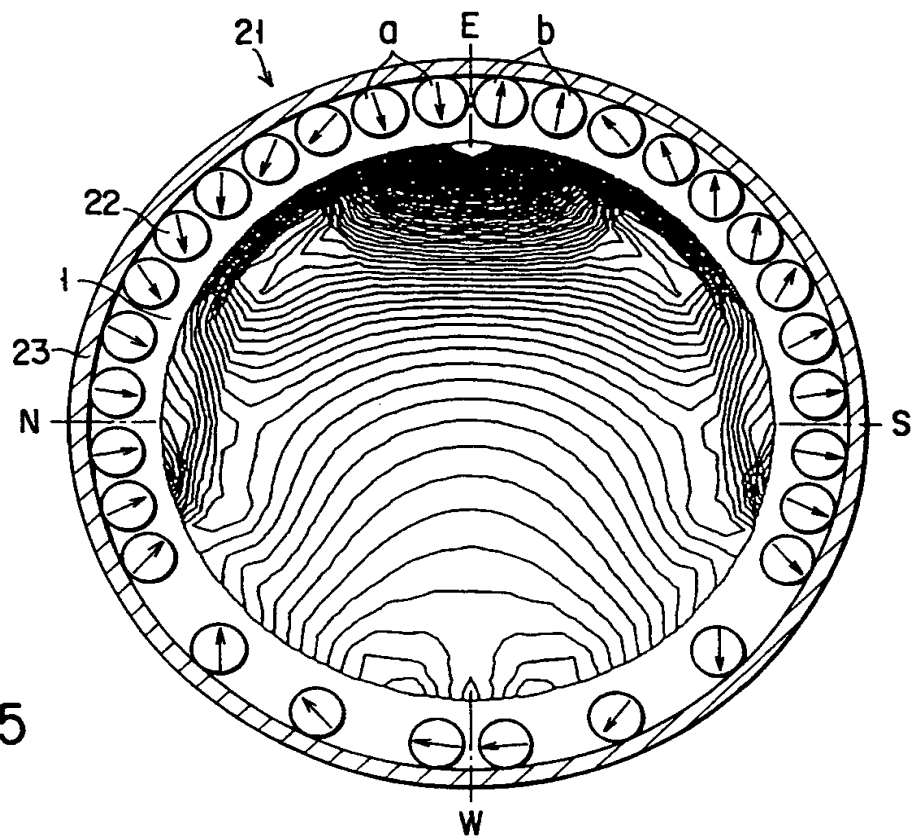


FIG. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/5

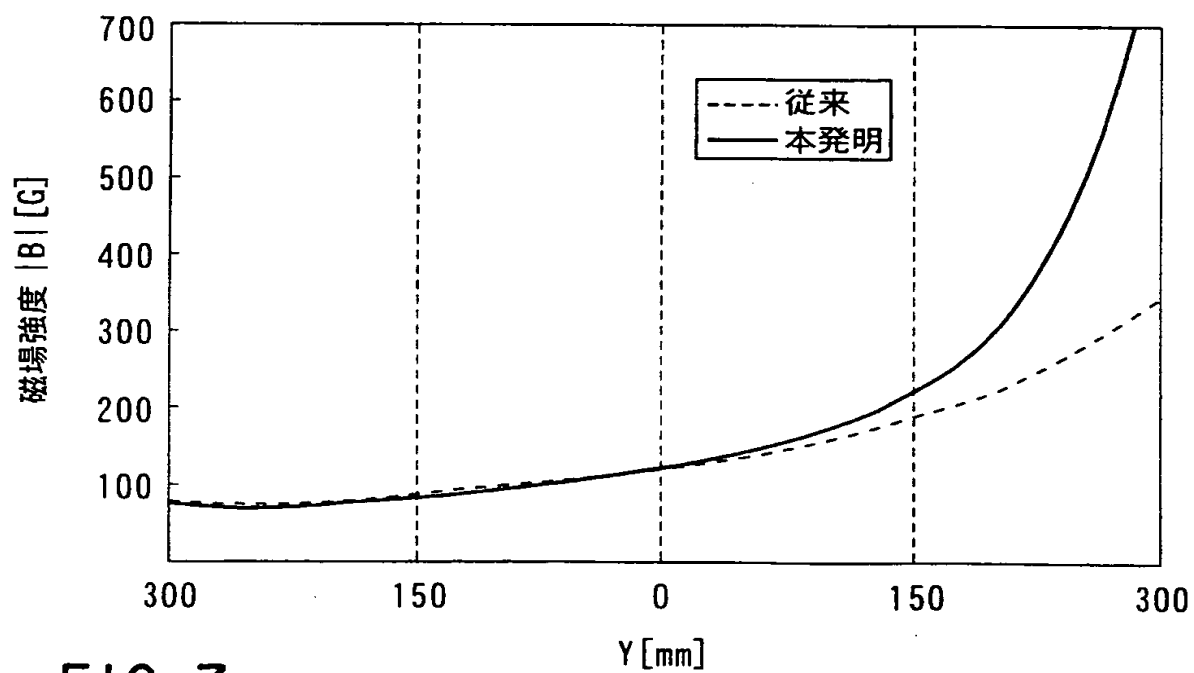
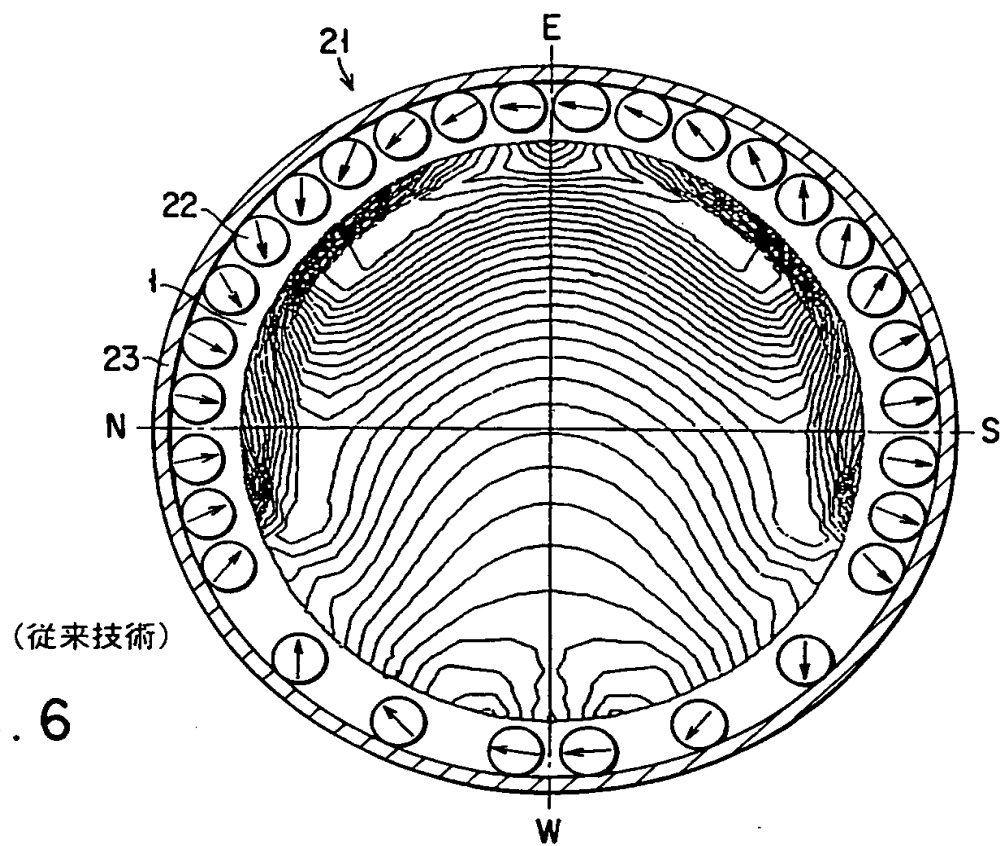


FIG. 7

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/5

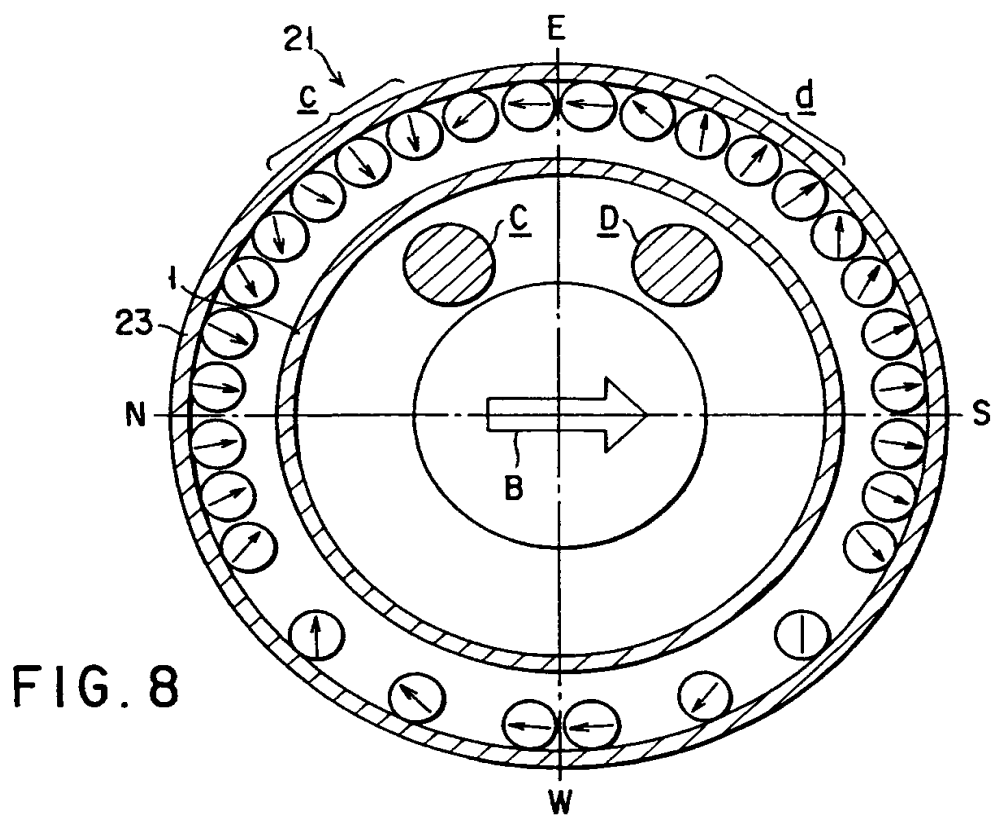


FIG. 8

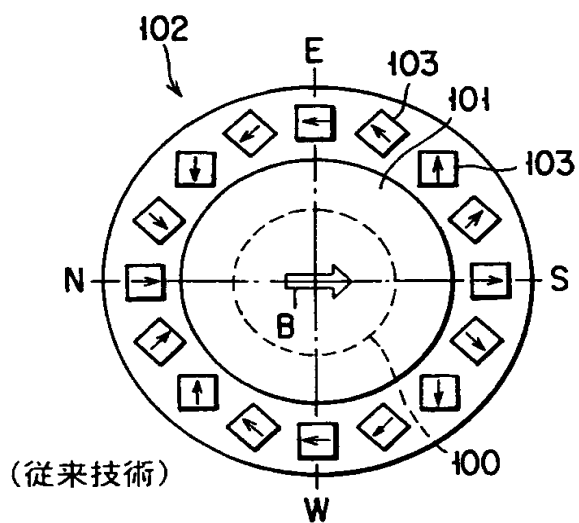


FIG. 9

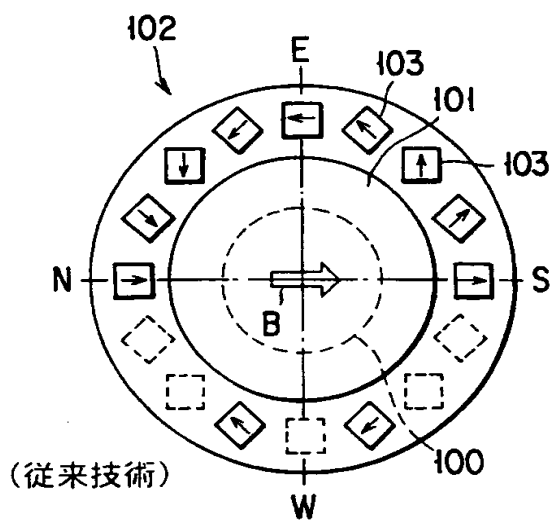


FIG. 10

THIS PAGE BLANK (USPTO)